

## MÚLT-JELEN-JÖVŐ a hazai mezőgazdasági talajvizsgálatokban

<sup>1</sup>VONA Viktória, <sup>1</sup>BAKOS István Attila, <sup>1</sup>GICZI Zsolt, <sup>1</sup>KALOCSAI Renátó,  
<sup>2</sup>VONA Márton, <sup>3</sup>KULMÁNY István Mihály, <sup>4</sup>\*CENTERI Csaba

<sup>1</sup>Széchenyi István Egyetem, Mezőgazdasági- és Élelmiszertudományi Kar, Víz- és Környezettudományi Tanszék, Mosonmagyaróvár; <sup>2</sup>Csernozjom Kft., Nagykőrű;  
<sup>3</sup>Nemzeti Agrárkutatási és Innovációs Központ, Agrárgazdasági Kutatóintézet, Budapest; <sup>4</sup>Szent István Egyetem, Természetvédelmi és Tájgazdálkodási Tanszék, Gödöllő

### Bevezetés

*„Minél magasabbra fejlődött a kultúra és vele a föld termőképességének észszerű kihasználása, annál behatóbb ismereteket szerzett az ember gyakorlati úton a talaj tulajdonságairól. És mikor végre, Liebig óta, köztudomássá vált, hogy a talaj ásványi összetétele a növények táplálkozásában milyen szerepet játszik, ekkor első sorban a kémia kapta fel a talaj megvizsgálását, remélve, hogy a vegyi elemzés által a mezőgazdasági gyakorlatnak hasznot hozó segédeszközt teremthet. Ez volt a talajvizsgálatnak egyik útja, mely a növényfiziológián meg a kémián át a tudományos talajismerethez vezetett” (INKEY 1914).*

Rohamosan fejlődő világunkban hajlamosak vagyunk elfelejteni múltunkat, nagyjainkat. Jelen cikk – elsősorban KÁDÁR (1986a,b, 1992, 2015) munkájára alapozva – egyfelől feleleveníti a tudományterület meghatározó egyéniségeinek munkásságát, másfelől felhívja a szakmai közvéleményt számos elfeledett, ugyanakkor alapvető összefüggésre. Mindezt annak érdekében, hogy valóban okszerű és kiaknázott legyen a technika, a technológia adta vívmányok alkalmazása. Mint ahogy a szakirodalomból is kitűnik, a hazai talajvizsgálatok sok évtizedes múltra tekintenek vissza és ezzel párhuzamosan a tápanyag-gazdálkodási szaktanácsadásunk is nagy hagyományokkal rendelkezik. A múlt tapasztalataiból, a helyes mezőgazdasági gyakorlataiból ma is számos ismeret hasznosítható.

A talajvizsgálatok megítélése, módszerei és felhasználása sokat változott. Vázlatosan szeretnénk áttekinteni a magyar agrokémia és talajtan néhány kimagasló képviselőjének munkásságát, amelyek a hazai talajvizsgálat fejlődésének láncszemeit prezentálják, az első agrogeológiai felvételektől, egészen az egységes akkreditált talajvizsgálatok kidolgozásáig. Ezen talajvizsgálati módszerek szabadföldi trágyázási tartamkísérletekben történő kalibrálása után lehetővé vált a trágyázási szaktanácsadási rendszerekben való alkalmazásuk.

1979-ben megjelent a MÉM-NAK kézikönyv, illetve a Kék Könyv (ANTAL et al., 1979; BUZÁS et al., 1979), amely a mai napig alapja annak a szaktanácsadási keretrendszernek, amelyre a hazai tápanyag-utánpótlás az utóbbi 40 évben épült. A szaktanácsadási rendszerek átalakítására történtek kezdeményezések, de kijelenthető, hogy a talajvizsgálati eljárások az elmúlt évtizedekben módszertanilag alig változtak

---

\*Levelező szerző: CENTERI CSABA, Szent István Egyetem, Természetvédelmi és Tájgazdálkodási Tanszék, 2100-Gödöllő, Páter K. u. 1.  
E-mail: centeri.csaba@mkk.szie.hu

Magyarországon, legfeljebb egyes modern műszeres analitikai detektálási módszerek alkalmazása terjedt el.

A digitalizáció előrehaladtával azt gondolhatjuk, hogy a tápanyag-gazdálkodás reneszánszát éljük, de a történeti áttekintés során láthatjuk, hogy a fejlődés nem feltétlenül lineáris. Jelenlegi talajvizsgálati rendszerünk jól felhasználható eredményeket szolgáltat ma is, azonban a nemzetközi trendeket is követve az újabb talajvizsgálati módszerek hazai adaptálása új perspektívákat nyújthat a hazai talajvizsgálatok, tápanyag-gazdálkodás módszertanában. Fontosnak találjuk a múltban gyökerező, jól megalapozott tudományterületünk áttekintését, hiszen a mai gyakorlati módszereket akkor tudjuk igazán megítélni, tovább fejleszteni, ha ismerjük az előzményeket, a múltat.

## A MÚLT

### *A kezdetek – a 19. század eleje*

A 19. századi Magyarországon még a nagybirtokosság volt történelmileg és politikailag a legbefolyásosabb uralkodó osztály, melynek elsőrendű érdeke volt a mezőgazdaság fejlesztése. Ebből a célból az állam európai szinten is élvonalban álló kutatási szervezetet hozott létre és azt meglehetősen bőkezűen tartotta fenn. SZABADVÁRY és SZÓKEFALVI (1972) a kémia hazai történetét elemezve kiemeli, hogy a porosz-utas fejlődés mellett ipari kutatás még alig van a század második felében, ugyanakkor kiemelkedő állami kutatóintézeti hálózat működik, amelynek egyetlen ága volt a mezőgazdaság. A kutatás eredménye szinte kizárólag a nagybirtok(osok)nak jelentett hasznot, akik a nemzetközi piacon való versenyképességhez szükséges tudományos kutatás költségeit az államra hárították át. Ez a körülmény elsősorban a mezőgazdasági kémia fejlődésére hatott üdvösen (KÁDÁR 1992).

### *Az első agrogeológiai felvételek*

A Magyar Gazdasági Egyesület 1858-ban indította el a magyarországi talajok megismerésének folyamatát. „*Magyarország gazdasági leírásához többi közt, a földtani viszonyok tanulmányozása is nyeressék meg, és hogy ezt az Egyesület minden megyére nézve az egyik vagy másik geolog kiküldetése által a helyszínrre eszközölje, kinek egyszersmind feladata lenne, az előforduló egyes földfajokat teendő physikai és vegytani tanulmányozások végett összegyűjteni.*” (SZABÓ 1867) Szabó József volt az, aki az ország különböző részeiben az első igazi talajtérképezést fogatosította. Tette ezt abban a meggyőződésben, hogy a talaj rendszeres megvizsgálása a mezőgazdaság érdekeit szolgálja. Talajfelvételi adatait a talajmintáknak a kőzetek elemzésénél szokásos feltárása útján kapott oldat összetételek megállapításával egészítette ki (BALLENEGGER és FINÁLY 1963).

Magyaróváron, az állami növénytermelési kísérletek egyik főállomásán is végeztek laboratóriumi talajelemzéseket (INKEY 1914). Treitz Péter agrogeológus már 1892-ben elkészítette nemcsak Mosonmagyaróvár környékének, hanem kísérleti területeknek talajtérképét is. Hasonló célból vizsgálták a többi állami mezőgazdasági tanintézet földjeit: a debreceni tanintézet pallagi birtokát INKEY (1897a) 1892-ben

térképezte fel, Keszthelyen 1897-ben és Kassán 1899-ben TREITZ (1901) felvételezett. A nagyobb állami birtokoknak is ekkor készítették el agrogeológiai felvételeit, hiszen ezeken a birtokokon fontos növénytermelési kísérletek folytak és így fontos volt, hogy megismerjék a területek talajviszonyait, kémiai jellemzőit.

A mezőhegyesi ménésbirtokot 1893-ban INKEY (1898a,b), a bábolnait 1900-ban HORUSITZKY (1902), a gödöllői koronabirtokot 1906-ban TIMKÓ (1909), a kisbéri ménésbirtokot 1912-ben HORUSITZKY (1912) térképezte fel. A kísérleti állomásokon végzett talajelemzési munkálatokat, valamint az ott végzett termelési kísérleteket jelentésekben foglalták össze (KOSSUTÁNY 1890; VEDRŐDI 1890; GÁSPÁR 1897; KÖNYÖKI 1898; SOMSSICH 1898; CSERHÁTI 1900a; 'SIGMOND 1901a,b, 1906).

Első önálló tankönyvként SPORZON (1865) a „Gazdasági talajisme vagyis a termőföld” címmel foglalta össze magyar nyelven a talajjal, talajvizsgálatokkal, általában a talaj termékenységével kapcsolatos akkori ismereteket (KÁDÁR 1992).

### ***Első talajvizsgálati módszerek***

Kezdetben a talajkutatók forró tömény sósavval igyekeztek a talaj értékes anyagainak mennyiségéről adatokat szerezni. KALECSINSZKY (1883) az alsótátrafüredi láptalaj kémiai vizsgálatánál meghatározta a talaj vízben, alkoholban, híg szódaoldatban, híg kálium-hidroxid-oldatban és híg sósavban oldható alkotórészeit. VEDRŐDI (1890) a pallagi talajban a tömény sósavban oldható alkotórészeket határozta meg. Érdekes, hogy Inkey már 1894-ben kifogásolta a feltárás e módját. Véleménye szerint nem a talaj teljes, hanem a „készen álló” tápanyagainak a mennyiségét kell megállapítani, amihez egyszerű vizes kivonatot vagy gyengén szénsavas vízzel, esetleg szerves savak gyenge oldataival készült kivonatok használatát ajánlja (INKEY 1897a,b).

BITTÓ (1898a) hazai talajok kalcium- és magnézium-tartalmáról közöl adatokat, és ezekhez a következő megjegyzést fűzi: „*pusztán ezekből a számokból arra következtetni, hogy a megvizsgált talaj milyen termelési karban van, hogy mennyi és milyen trágyát használjunk, merőben lehetetlenség, mert az analysis eredményét mutató számok egyáltalában nem tájékoztatnak az iránt, hogy a talaj az egyes alkatrészeket milyen állapotban tartalmazza s hogy azokból a növény mennyit tud fölvenni ...*”.

### ***A Cserhádi-iskola***

A 19. század végén a mai megítélés szerint első, igazán tudományos igényű talajtermékenységi kutatások a Cserhádi-iskola munkásságához kötődnek. Nézetük szerint a talajok tápanyagállapotáról kizárólag szabadföldi kísérletekkel tájékozódhatunk, mert a talajelemzés nem képes a felvehető tápelemeket előre jelezni. Cserhádi szkepticizmusa érthető, hiszen, ahogy korábban említettük, az akkori talajelemzési módszerek zöme viszonylag tömény savakat és lúgokat használt oldószerül, amelyekkel inkább a talaj "nyers" tápanyagkészletéről tájékozódhattunk, semmint a "talajerőről". Cserhádi úgy gondolta, hogy a talajelemzés csak arra válaszolhat, hogy egy adott tápanyag előfordul-e vagy sem. Hogy mennyi a

felvehető, illetve mennyi fog feltárulni ebből, arra csak a növény adhat választ (CSERHÁTI és KOSSUTÁNY 1887; CSERHÁTI 1900b).

CSERHÁTI ÉS KOSSUTÁNY (1887) legátfogóbban a Trágyázás alapelvei, valamint a Növénytermelés (CSERHÁTI 1900c) című könyveikben foglalják össze a növényápolás terén elért elméleti és gyakorlati eredményeket, és a hazai trágyázási kísérletek tapasztalatait.

### ***‘Sigmond Elek***

‘SIGMOND (1901a,b, 1904, 1906a,b, 1910a, 1934, 1938a, 1938b) a Cserháti iskola legjelentősebb továbbfejlesztője, agrokémiai munkásságának már központi kérdése a talajvizsgálat, a talaj felvehető P tartalmának meghatározása (‘SIGMOND 1900, 1901a, 1906a, 1907). Eljárása, melyben a talajból a könnyen felvehető foszforsavat, híg salétromsavval oldja ki, s az oldószer készítésekor a talaj reakcióját is figyelembe veszi (‘SIGMOND 1906a), 1906-tól általános használatba került, 1928-ban Becker a könnyen felvehető káliumtartalom meghatározására is sikerrel alkalmazta (BECKER 1928). Tanulmányozta továbbá a talaj foszforsavtrágyaszükségletét (‘SIGMOND 1901a,b), valamint általában a talaj trágyaszükségletének megállapítási módjait és az adatok értékelését. (‘SIGMOND 1908, 1910b, 1909, 1914a,b,c, 1915, 1924, 1927a,b; ‘SIGMOND et al., 1927a). ‘Sigmond hangsúlyozza azonban, hogy a talajvizsgálatok nem helyettesítik az egzakt szabadföldi kísérleteket, mindkét eszközre szükség van a műtrágyázás irányításában. Véleménye szerint a talaj könnyen oldható táplálóanyag mennyiségével összefügg a termés, ez a kapcsolat azonban nem „egysíkú”, mert számos egyéb tényező befolyásolja. E tényezők közül a talajt emeli ki: *„A kutatók vegyék figyelembe a talajtípusok eltérő dinamikáját és ehhez alkalmazkodva állapítsák meg a határértékeket és értékeljék az elemzési adatokat. Sokkal kevesebb volna az ellentmondás és biztosabbak volnának a következtetések, ha nem általánosan, hanem talajtípusok szerint keresnék a gyakorlati követelmények határait. Világosan bizonyítja ezt az a körülmény is, hogy egyes kutatók által szűkebb körzetben sikerrel alkalmazott határértékek más, elüti típusú talajvidékeken már nem megfelelők.”* A rendelkezésre álló vizsgálati anyag nem tette lehetővé ‘Sigmond számára a tápelem-ellátottsági határértékek talajtípusonkénti finomítását, de a lúgossági fokok szerintit igen. A talaj mésztartalmának emelkedésével ugyanis nő a híg salétromsavban oldódó foszfor mennyisége is, bár a növény számára ez nem jelent ténylegesen javuló foszfor-ellátottságot. A határértékek ezért meszes talajon magasabbak. ‘Sigmond munkásságát két legjelentősebb tanítványa ID. VÁRALLYAY és DWORÁK folytatta.

### ***Ballenegger: Talajvizsgálati Módszerkönyv***

BALLENEGGER 1914-ben számolt be a magyarországi talajtípusok tápanyagkészletéről (BALLENEGGER 1914a,b), majd ezt követően különböző magyar talajok kémiai összetételét (BALLENEGGER 1916a,b, 1917a,b, 1926) és a talaj tápsóit ismertette (BALLENEGGER 1920, 1921, 1923). Szerkesztésében 1944-ben jelent meg a Talajvizsgálati Módszerkönyv (BALLENEGGER és MADOS 1944), amely először foglalja össze és írja le részletesen a talajvizsgálatok során használatra ajánlható laboratóriumi vizsgálati módszereket és egyben a külső talajfelvételi eljárásokat,

továbbá a vizsgálati eredmények gyakorlati kiértékeléséről is felvilágosítást nyújt. BALLENEGGER összefoglalta azokat a kémiai, a fizikai és a biológiai talajvizsgálati módszereket, melyeket a kor kutatói vizsgáltak. BALLENEGGER a talajvizsgálati módszerkönyvében számos kutató által vizsgált módszert említ. Vázlatosan szeretnénk összefoglalni az akkoriban leírt és kutatott fizikai, kémiai vizsgálati módszereket.

#### ***A talaj mechanikai vizsgálatának módszerei:***

- Atterberg iszapolási eljárását használta és írta le BALLENEGGER Róbert a magyarországi talajtípusok mechanikai összetételének megállapítására (BALLENEGGER 1915).

- A talajok kötöttségének egyszerű, gyors meghatározására ARANY (1943) dolgozott ki eljárást, melyet a talajvizsgáló laboratóriumaink ma is általánosan használnak az MSZ-08-0205:1978 szabvány szerint. A talaj kötöttségi állapot szerint való osztályozásával foglalkozott KLÉH és STEFANOVITS (1943).

- Az ásványtani talajelemzés hasznáról írt 'SIGMOND (1934) és közölt adatokat VENDL (1914).

- Módszertani szempontból foglalkoznak a talajok mechanikai vizsgálatával BALLENEGGER (1915), BOTVAY (1937, 1940), SCHUMACHER (1935), GÜLL (1906), HORUSITCZKY (1907), MADOS (1939), PREISICH (1942), ROMWALTER (1935), 'SIGMOND (1916), TREITZ (1900) és ID. VÁRALLYAY (1938).

#### ***A talaj kémia vizsgálatának módszerei:***

- A **sósavas kivonat** készítésének módszertani kérdéseivel foglalkoznak BALLENEGGER (1916b), HILGARD (1910) és főképpen 'SIGMOND (1907b, 1909, 1911, 1912, 1914a,c, 1924, 1927b,c, 1935), akinek eljárását nemzetközi használatra is elfogadták. Hazánkban a híg salétromsavas módszer terjedt el 'SIGMOND (1901, 1929)

- A talaj sósavas kivonatát használta BALLENEGGER Magyarország főbb talajtípusainak kémiai jellemzésére teljes szelvényvizsgálatokkal (BALLENEGGER 1914a,b, 1916a,b, 1917b).

- A talaj kémiai összetételének jellemzésére kutatóink felhasználták a talaj **vizes kivonatának** összetételét is. BALLENEGGER kimutatta, hogy a talaj vizes kivonatának összetétele talajtípusaink jellemzésénél jó szolgálatot tesz (BALLENEGGER 1913a,b). A vizes kivonat módszertani kérdéseit tárgyalja ARANY (1928), BALLENEGGER (1913b), KOTZMANN (1933) és SCHAY (1927).

- Több dolgozat szól a **báziskicserélődés** fizikai-kémiai és kémiai folyamatairól. A talaj bázist megkötő és kicserélő képessége, a megkötött bázisok kémiai természete, s egymáshoz való aránya a talaj kémiai állapotának fontos ismertetője, s alapvető szerepe van az egyes talajtípusok korszerű jellemzésénél. Ez 'SIGMOND (1934) talajosztályozási rendszerének egyik alapvető kritériuma. Részletesen foglalkoznak ezekkel a kérdésekkel ARANY (1933), BUZÁGH (1943), CSIKY (1932), DI GLÉRIA (1929a,b, 1936), KOTZMANN (1928, 1935), MADOS (1942,

1943), SÍK és ZAKAIRÁS (1933), 'SIGMOND ('SIGMOND 1933; 'SIGMOND és DI GLÉRIA 1927b,c; 'SIGMOND és IYENGAR 1934-35), VAJNA (1929).

- A talajkilúgzás kémiai ismerveivel foglalkozik 'SIGMOND (1927a,e, 1935, 1936, 1938b).

- Egyes alkotórészek, mint a kálium meghatározására módszert dolgozott ki ENDRÉDY (1931, 1941). HORVÁTH (1914, 1916) a talaj mangán és szilícium tartalmának meghatározását vizsgálta.

- A **szénsavas mész (kalcium-karbonát)** meghatározására DWORAK (1928), KÜHN (1928) és TREITZ (1903a, 1903b, 1910) ajánlanak új módszert.

- A talajok **kalcium- és magnéziumtartalmával** foglalkozik ARANY (1931), BITTÓ (1898a,b) és HERKE (1929).

- DI GLÉRIA **dialízises eljárást** dolgozott ki a talajok tápanyagtartalmának meghatározására (DI GLÉRIA 1930).

- KÜHN **ammónium-karbonát oldatot** javasol a tápanyagok kivonására (KÜHN 1935).

- PRETTENHOFFER (1936) a talaj káliumszükségletének **ammónium-klorid oldattal** történő meghatározásának lehetőségeit vizsgálta.

- Az EGNÉR eljárásról akkor még kevésbé voltak hazai tapasztalatok, de külföldön sikerrel alkalmazták tömegvizsgálatok céljára (BALLENEGGER és MADOS 1944). A **EGNÉR eljárás** (EGNÉR 1940) **során** a könnyen oldható kálium és foszfor meghatározása előírt összetételű sósavas kalcium-laktát oldattal történik (RIEHM 1938; RHEINWALD és CONSTANTIN 1939).

- A talaj szerves anyagának (humusz) meghatározásáról írt: KOTZMANN (1928, 1935), SÍK (1941) és WITKOWSZKY (1942).

- A szerves anyag C/N arányával foglalkozik PÁTER (1929), a szerves anyag képződéséről ír VÁGI és FEHÉR (1931).

### ***Id. Várallyay György***

Mint látható számos vizsgálati módszert kutattak, de a 'Sigmond tanítványok közül elsősorban ID. VÁRALLYAY (1950, 1954) és DWORÁK (1930, 1934) voltak azok, akik a „'Sigmond-iskolát” tovább vitték és a talajvizsgálati adatok és a műtrágyahatások közötti összefüggések tisztázásán igen eredményesen dolgoztak.

Mivel a talajvizsgálatok iránti érdeklődés fokozatosan növekszik, így az 1920-as évektől kezdve Magyarországon egyre több helyen végeznek analíziseket a talajjavítások és a műtrágyázás megtervezésére. Az 1930-as évek elején indul az első nagyszabású, talajvizsgálatokkal összekapcsolt műtrágyázási kísérleti akció. A műtrágyahatás és a talajvizsgálati adatok összefüggéseinek tanulmányozása közvetlen pozitív eredménnyel nem járt – állapítja meg ID. VÁRALLYAY (1950) –, de számos tanulsággal szolgált a résztvevő kutatók számára. Hozzátehetjük, az utókor számára is, mert az eredménytelenség okainak elemzése lehetővé tette a haladást, a továbblépést, az elvi és módszertani tisztázatlanság felszámolását (KÁDÁR 2015).

A két világháború között hazánkban, Európa számos országához hasonlóan a talajok tápelem ellátottságának megítélésére elterjedten alkalmazták a NEUBAUER és SCHNEIDER (1923) által ajánlott rozs csíranövényes eljárást. A módszer talajtól

függetlenül egy általános ellátottsági határértéket adott meg, mely alatt trágya-hatás várható, míg felette nem. Ezt az egysíkú összefüggést az 1932–36. évek szabadföldi kísérletei nem igazolták (KÁDÁR 2015).

A vizsgálatok során több, akkor használatos kémiai és biológia módszert is (LEMMERMANN (1925, 1930), *Azotobacter*, *Aspergillus* stb.) összehasonlítottak a standardként elfogadott növényfiziológiai Neubauer teszttel: "...*Azt néztük, hogy az egyes módszerek hogyan egyeznek egymással és a fő cél, a talajvizsgálat - műtrágyahatás összefüggése elveszett a szem elől.*" Id. VÁRALLYAY (1954) arra a következtetésre jut, hogy a sok ismételts nélküli vizsgálat helyett egy egyszerű és gyors kémiai eljárásra van szükség. Bármelyik módszer jó lehet ugyanis, csak kalibrálni kell. A további vizsgálatok céljaira később a gyors, szériavizsgálatra alkalmas DL-módszert (RIEHM 1940, 1942) választották. Emellett laboratóriumban, mikroadagú trágyázással és 18 napos érleléssel összekötött vizsgálatokat is végeztek a mintákon abból a célból, hogy a talaj DL-P tartalmának meghatározásán túl a %-os változásra is információt nyerjenek trágyázás hatására (feltöltés-lekötődés) (KÁDÁR, 2015).

Id. Várallyay a DL-PK határértékeket talajtípusokra és növényre finomította a már általa kezdeményezett kisparcellás ismétléses klasszikus hiánykísérletek adatai alapján. A meszes homok és a mészben gazdag mezőségi talajokon pl. az adszorpció mérsékelt, ill. a feltáródás élénkebb lehet, ezért is itt a DL-P határértékek magasabbak. A savanyú erdő, Duna öntés és a savanyú homoktalajokon ugyanakkor alacsonyabbak. A DL-K határértékeket növénycsoportra finomította (KÁDÁR 1992, 2015).

#### ***Az 1950-es és 1960-as évek***

Bár számos agrokémikus, mint SIK (1964), SIK és FÁBRYNÉ (1950), SIK és SCHÖNFELD (1952) értékes módszertani részeredményeket ért el, Id. Várallyay 1954-es halálát követően törés következett-be a fejlődésben. Nem volt, aki kellőképpen megértette és tovább vitte volna ezt a munkát. Sajnálatos, mert éppen az ezt követő időszakban a lehetőségek bővültek. Újabb kutató intézmények és talajvizsgáló laboratóriumok alakultak, a műtrágya-felhasználás megsokszorozódott, a műtrágyahatások vizsgálatát célzó műtrágyázási kísérletek száma viszont erősen lecsökkent. Ez utóbbihoz hozzájárult a Viljamsz-Liszenko-féle irányzat elterjedése is, amely a talajszerkezet, illetve a füves vetésforgó szerepét hangsúlyozta a műtrágyázás rovására (KÁDÁR 1992, 2015).

SARKADI és munkatársai (SARKADI és KRÁMER 1961, 1966; SARKADI 1959; SARKADI et al., 1965, 1976; THAMMNÉ et al., 1968) számos munkájukban foglalkoztak a műtrágyaigény becslésének elvi és módszertani problémáival és provizórikus határértékeket is javasoltak az AL-, illetve DL-módszerrel kioldható PK-tartalomra. Rámutattak arra, hogy a hazánkban korábban használatos DL-módszerrel talajaink P-ellátottságát meszes (karbonátos) területeken jelentősen alábecsülhetjük a P másodlagos kicsapódása miatt. Ezért javasolták az AL-módszerre való áttérést, ahol a Ca-laktát helyett a 3,7 pH-ra pufferelt ammóniumlaktát szerepel kivonószerként (KÁDÁR 1992, 2015).

Az AL-kivonat pH értéke RIEHM és WICHENS (1967) vizsgálatai szerint még a mintegy 30 %  $\text{CaCO}_3$  tartalmú talajokon is 5, azaz a  $\text{CaHPO}_4$  kicsapódásának küszöbértéke alatt van. Többen, köztük az említett szerzők összefüggést kerestek a talaj mészállapota, illetve pH értéke és a talajvizsgálati adatok között, korrekciós faktorokat dolgoztak ki a DL-értékeknek AL-értékekre való átszámításához. Az AL-P/DL-P viszonyszáma karbonátmentes talajon 1:1,5, 2–10 %  $\text{CaCO}_3$  tartalmú talajon 1:2, 10 %  $\text{CaCO}_3$  felett 1:4-5 körül adódott (KÁDÁR 1992, 2015).

#### ***Az 1970-es és 1980-as évek és a MÉM-NAK***

A 70-es és a 80-as években tovább folyt az a munka, amely megkísérelte egy-egy alapvető talajtulajdonság (mészállapot, kötöttség, humusztartalom) szerepét tisztázni a talajvizsgálati határértékek értelmezésében.

A Mezőgazdaság és Élelmiszerügyi Minisztérium 1976-ban határozatot hozott az új talajerő-gazdálkodási rendszer bevezetésére, mely a következő fő célokat fogalmazta meg:

- a közvetlen műtrágyaveszteségek csökkentésére szolgáló műtrágyatárolók építése,
- korszerű, egységes talajtápanyag-vizsgálati hálózat kiépítése,
- a talajtápanyag-vizsgálati eredményeken alapuló szaktanácsadási rendszer kidolgozása, bevezetése,
- a műtrágyák és a talajtermékenységet kedvezően befolyásoló egyéb anyagok engedélyezési rendszerének létrehozása.

Egységes műszerparkkal és módszertan alapján működő talajvizsgáló laboratóriumi hálózatot építettek ki 15 laboratóriummal az országban. Munkájuk eredményeként 1982-ben az ország mezőgazdaságilag művelt területein befejeződött az első talajvizsgálati ciklus.

Egy laboratórium kapacitása napi 200 talajminta 14-16 féle jellemzőjének vizsgálata volt. Ezzel a teljesítménnyel lehetőség volt a területek átlagosan 3 évenkénti vizsgálatára (BARANYAI et al., 1987).

A hazai egységes műtrágyázási szaktanácsadás kialakításakor, a MÉM NAK megalakulása idején (1976), a Mérés-módszertani Bizottság feladata volt összegezni az eredményeket a szaktanácsadók számára. A hazai alapozó vagy háttérkutatások tették lehetővé, hogy az akkori igényeket a szakma kielégítse és rövid idő alatt egységes szaktanácsadási alapelveket, valamint módszertant ajánljon.

A mikroelem kutatásokban TÖLGYESI (1969), KERESZTÉNY (1971), PAIS (1980), ELEK és KÁDÁR (1980), GYŐRI (1984); a foszforigény becslésében FÜLEKY (1977), THAMMNÉ (1981), SARKADI és munkatársai (1987), a Mg módszertan továbbfejlesztésében LOCH (1970), a meszezés terén NYIRI (1986), BLASKÓ (1985) és BALOGH (1988), a homoktalajok termékenységének vizsgálatában, pl. LÁSZTITY (1976), CSERNI (1982), SZEMES (1986) és mások közöltek értékes talajelemzési adatokat az elmúlt évtizedekben. A kálium, kalcium és magnézium trágyázás együttes hatását KOZÁK és munkatársai (1983) vizsgálták részletesebben a nyírségi homoktalajon. STEFANOVITS és DOMBÓVÁRINÉ (1985) megrajzolták a hazai talajok agyagásvány-társulásainak térképét, kidolgozták a vizsgálatok mezőgazdasági felhasználását (STEFANOVITS 1993).



1988-ban BUZÁS István szerkesztésében megjelent a Talaj- és agrokémiai vizsgálati módszerkönyv második kötete (A talajok fizikai-kémiai és kémiai vizsgálati módszerei), amit csak 1993-ban követett az első kötet: Talaj- és agrokémiai vizsgálati módszerkönyv I. (A talaj fizikai, vízgazdálkodási és ásványtani vizsgálata) címmel (BUZÁS 1988, 1993). SZENDREI (1995) Talajásványtan c. monográfiája az ásványoknak a talajtulajdonságok meghatározásában játszott szerepét és elterjedését tárgyalja.

A talajvizsgálatokon alapuló intenzív trágyázási szaktanácsadás lényegét összefoglaló eredeti Kék Könyv (BUZÁS et al., 1979) anyagát még számos helyen megjelentették (DEBRECZENI 1979; BUZÁS 1983; ANTAL 1983, 1987, 2000). Politikai nyomásra 1987-ben a határértékeket a szerzők hozzájárulása nélkül megváltoztatták, (u.n. „fehér könyv”), de az így megemelt műtrágyaadagok minden tudományos alapot nélkülöznek. Szerencsére az eredeti határértékek használata terjedt el és él még napjainkban is.

Az 1960-as évektől, a hazai szabadföldi trágyázási tartamkísérleti hálózat kiépítésének kezdetétől napjainkig tartó folyamatot értékelve megállapíthatjuk, hogy a hazai hivatalos talajvizsgálati módszerek szabadföldi trágyázási tartamkísérletekben történő kalibrálása után lehetővé vált azok trágyázási szaktanácsadási rendszerekben való alkalmazása. Ezek közül kiemelkedő a MÉM NAK (1979) intenzív trágyázási szaktanácsadási rendszer („Kék Könyv”), amely történelmi küldetést töltött be, és elévülhetetlen érdemeket szerzett abban, hogy túlnyomóan gyenge közepes PK ellátottságú hazai talajainkat 1970 és 1990 között jó-igen jó PK ellátottságúra növeljük / javítsuk („a talaj trágyázása”) (ANTAL et al., 1979; BUZÁS et al., 1979). Ennek a mintegy 20 éves időszaknak az 1989-es rendszerváltoztatás vetett véget, amikor az 50%-os állami támogatás megszüntetésének, a műtrágyák világpiaci árának bevezetése hatására drámai módon visszaesett a hazai NPK felhasználás. Ebben az új gazdasági környezetben az intenzív MÉM NAK rendszerrel továbbá már lehetetlenné vált a gazdaságos NPK ajánlások készítése. Szükségessé vált egy, az új kihívásoknak megfelelő, költség- és környezetkímélő trágyázási szaktanácsadási rendszer kidolgozása. A MÉM NAK rendszerben meglevő biztonsági tartalékok leépítésével, az utóbbi 40 év trágyázási tartamkísérleteiben kapott összefüggésekre alapozva, egy teljesen új szemlélettel, holisztikus megközelítéssel, jóval kisebb NPK ajánlásokkal, továbbra is biztonságosan nagy termések elérését lehetővé tevő új szaktanácsadási rendszert dolgoztak ki, segítve a gazdálkodót jövedelmének növénytáplálási oldalról történő maximalizálásában („a növény trágyázása”) (CSATHÓ et al., 1998), amely tudományosan megalapozott voltát szabadföldi tesztelésben is igazolták (CSATHÓ et al., 2007, 2009).

Bár 1990 után az intenzív MÉM NAK (1979) módszer különböző mértékű átalakításával számos „új” trágyázási szaktanácsadási rendszert hoztak létre, elmondhatjuk, hogy ezekből legtöbbször hiányzik a hazai trágyázási tartamkísérletekben kapott összefüggéseken alapuló holisztikus megközelítés.

A talajvizsgálati módszerek nem változtak az elmúlt évtizedekben, bár hazai kutatók a nemzetközi trendeket is követve folyamatosan kísérleteznek újabb talajvizsgálati módszerek kifejlesztésével, vagy adaptálásával. Egy nemzetközileg

ismert talajkivonószer a 0,01 M  $\text{CaCl}_2$  vizsgálatát már 1990-ben megkezdtek az akkori DATE Mezőgazdasági Kémia Tanszékének munkatársai (BERTÁNÉ 2016). A 0,01 M kalcium-klorid oldat lényegesen enyhébb extrahálószer, mely elsősorban a könnyen oldható és kicserélhető tápelem-tartalmat vonja ki. Már 1994-ben felmerült egységes európai módszer bevezetése. Több európai országban megkezdődtek az ehhez szükséges kutatások, köztük hazánkban is a DATE Mezőgazdasági Kémiai Tanszékén. A módszer előnye, hogy egy kivonatból több tápelem is mérhető, ami lehetővé teszi a tápelemarányok meghatározását (LOCH és JÁSZBERÉNYI 1997, HOUBA et al., 1991, JÁSZBERÉNYI et al., 1994, 1999).

### A JELEN

A múltban kiemelt fontosságú volt a talajvizsgálat a tápanyag-gazdálkodási tervezésben. Három évente vettek mintát, és vizsgálták a talajt, és ez alapján készítettek üzemi talajtérképeket. A mai gazdálkodók számára rendelkezésre állnak a talajvizsgálati eredmények, ezek értékelése és a tábla szintű tervezés mégis sok esetben elmarad, vagy csak a hatósági követelményeknek történő megfelelés és a nitrát rendelet előírásainak együttes betartása érdekében történik meg. A talajvizsgálati eredmények figyelmen kívül hagyása az 'így szoktuk', megszokásokon alapuló tápanyagutánpótlás nem biztos, hogy megfelelő, különösen szélsőséges időjárási helyzetekben. A talajvizsgálatnak a növénytermesztés fontos döntéstámogató eszközeként kellene szerepelnie a gazdálkodók kezében. A talajok aktuális állapotának ismerete elengedhetetlenül fontos a termesztéstechnológiai beavatkozások tervezésekor. A talaj tápanyag-ellátottságának ismeretében lehet csak a tápanyag-utánpótlás időpontját, a kijuttatott műtrágya összetételét és mennyiségét megalapozottan, a növények igényéhez minél jobban igazítva megállapítani. A mérés és a beavatkozás között a lehető legrövidebb időnek kellene eltelnie annak érdekében, hogy valóban az aktuális talajállapot kerüljön figyelembevételre, ugyanakkor a talajok vizsgálata ma a laborok telítettsége miatt gyakran hetekig tart.

Látható, hogy a talajvizsgálati módszerek az elmúlt 30 évben módszertanilag alig változtak Magyarországon, bár a szaktanácsadási rendszerek átalakítására történtek kezdeményezések.

#### *A vizsgálati módszerek fejlesztése iránti igény okai*

- A jelenleg használt AL-P, AL-K és humusz tartalom alapján végzett szaktanácsadás egyik problémája, hogy a mért talajvizsgálati értékek nagymértékben függenek a talaj fizikai és kémia tulajdonságaitól. Az AL-P, AL-K részben, a humusz %-al, teljes mértékben pedig a tápanyagtartalékok mennyiségével függ össze (BERTÁNÉ-SZABÓ 2016).

- A módszereket elsősorban a szántóföldi termesztéshez dolgozták ki, az intenzív kertészeti termelés, különösen a védett termesztés, más típusú szaktanácsadást igényel (BERTÁNÉ-SZABÓ 2016).

- Régóta tudjuk, hogy a talajban lejátszódó folyamatok jellemzésére önmagában is alkalmas kivonószer nem létezik, a tápelem-szükséglet csak becsülhető (SARKADI 1975).

- BUZÁS (1987) rámutat arra, hogy valójában nem a tápelemek mennyiségét, hanem a növény számára felvehető tápelemformák nem felvehető tápelemformákból való képződésének sebességét kellene mérni. Az ismertetett egyszerű „dinamikus” modellel a talaj tápelemformáinak folyamatos átalakulásai ellenére is világossá lehet tenni a „felvehető tápelemmennyiség”, a tápelemtőke és a tápelemszolgáltatás fogalmát, amelyeket ezidáig definíció nélkül használtuk. A foszfor példáján egyszerű matematikával bizonyítja, hogy a bonyolult sebességmérésre nincs szükség, mivel a felvehető tápelemtartalom arányos a tápelemszolgáltatás sebességével.

- LOCH (2006) szerint a kivonószerek egyike legyen alkalmas a talajoldatban jelen levő tápanyagok mennyiségének meghatározására, a másik, erélyesebb oldatnak, pedig biztosítani kell a növény aktív tápanyag-felvételi folyamataival elérhető-, vagyis a könnyen mobilizálódó tartalékok kivonását (aktuális és potenciális tápelem-készlet). A hazai szaktanácsadásban alkalmazott AL-oldat erélyes kivonószert. A több évtizedes használat alatt nyert tapasztalatok alapján több szerző (LOCH et al. 2005; KOCSIS 2005; FEKETE et al. 1983; MARTH 1990; FÜLEKY 1999) is javasolta a talaj-kivonószerek körének bővítését.

- Az egyes európai országokban más-más kivonószereket szabványosítottak, így például Hollandiában a K meghatározására a 0,1 M HCl+0,2 M oxálsav elegyet használják, a foszfort pedig 20 °C-os vízben vagy AL-ban határozzák meg, attól függően, hogy szántóföldről vagy gyepterületről van szó. Az analitikai módszerek fejlődésével a múlt század második felében előtérbe került az enyhe kivonószerek (desztillált víz, híg sóoldatok) alkalmazása, mivel feltehetőleg az ezekben oldódó tápelem mennyiség jól jellemzi az aktuálisan rendelkezésre álló tápelem-tartalmat (LOCH 2006).

- A savanyú kémhatású sóoldatokkal való extrakció, mint az AL, amelyet hazánkban is használnak vagy a DL a tartalékkészletek egy részét is oldják, így ezekkel a módszerekkel úgynevezett kapacitási paramétert kapunk (HOUBA et al., 1991, FOTYMA et al. 1998).

- BUZÁS (2012) áttekintette a talajvizsgálatokkal foglalkozó közleményeket az Agrokémia és Talajtan folyóirat addig megjelent 60 évfolyamában. Bevezette a talajvizsgálatok jóságának fogalmát és ezek szükséges, valamint elégséges feltételeit. Arra a következtetésre jutott, hogy a talajvizsgálatok időbeni fejlődésében egyre inkább a kevésbé „erélyes” kivonószerek kerültek előtérbe. Ennek oka, hogy a talajvizsgálati eredmények talajfeleségektől való függésének csökkentésére törekednek. Bizonyította, hogy a talajfeleségektől való függés akkor kicsi, ha a kivont tápelem-mennyiség inkább a talajmintában kis mennyiségben található felvehető tápelemforma mennyiségével, és nem a talajminta teljes tápelemtartalmával arányos. Ez csak akkor lehetséges, ha kevés tápelemet kioldó, gyenge kivonószereket használunk (lásd még BUZÁS 1987).

- A jelenlegi vizsgálati módszerek hagyományos laborvizsgálatokat jelentenek, vagyis a talajmintákat vizsgálólaboratóriumban elemzik, a szükséges mintaelőkészítési eljárások – szárítás, darálás – után szinte kizárólag nedves feltárással. Ennek során meghatározott mennyiségű talajhoz adott mennyiségű kivonószert oldatot adnak. A szabványosított (akár 1-2 órás) rázatás alatt a talajban

lévő tápanyagok kioldódnak. Az egyes tápelemek meghatározása a talajkivonatokból történik, arra alkalmas műszeres analitikai detektálási módszerrel. A leírásból is kitűnik, hogy a módszer idő és vegyszerigényes (DORKA-VONA et al. 2019).

A jelenlegi szabványosított talajvizsgálatok során hazánkban a kivonószerek is különbözőek: a foszfor és a kálium ammónium-laktáttal, a magnézium kálium kloriddal, míg a magnézium EDTA-KCl oldattal kerül meghatározásra, tehát meghatározásukhoz több extrakciót is el kell végezni (DORKA-VONA et al. 2019). A különböző tápelemek kémiai kötéseinek és reakcióinak az eltérései indokolják az eltérő módszereket. (BERTÁNÉ-SZABÓ 2016)

- Az egy oldatban meghatározható elemeknél jobban megfigyelhetők az egyes elemek közötti interakciók (szinergizmus, antagonizmus), mint amikor különböző kivonószereket alkalmazunk.

- Számos új, gyorsabb, pontosabb textúra meghatározási módszer jelent meg.

- Az Arany-féle kötöttségi szám nehezen integrálható a nemzetközi növekedési modellekbe. Multinacionális cégek a fajtajavaslatnál, változó tőszám meghatározásánál az agyag százalékot használják.

- Humusz meghatározása még mindig nagy mennyiségű tömény savat használnak fel és a CrVI problematikája ennél még jelentősebb.

- a talajok nitrogénellátottságának megállapítása jelenleg humusztartalom alapján történik. A humusztartalom alapján történő szaktanácsadást nehezíti, hogy a humusz mennyiségét a műtrágyázás rövidtávon nem befolyásolja. A tápanyag-gazdálkodás szempontjából nagy jelentősége van a rövid időn belül mineralizálódó szerven N-tartalomnak, amely mennyiségét az aktív, labilis szerves anyag egyes frakcióinak meghatározásával becsülhetjük meg. (LOCH 2015; BERTÁNÉ-SZABÓ 2016)

- A jelenlegi módszerek idő és munkaigényesek.

- Felmerül a kérdés, hogy milyen más paraméterekkel (pl. a biológiai paraméterek vizsgálatával) lehet még pontosabbá tenni a szaktanácsot

### A JÖVŐ lehetséges alternatívái

A XXI. század digitális világában az okos eszközök és szenzorok egyre nagyobb szerepet kapnak a gazdálkodásban. Az egyre szélsőségesebb időjáráshoz való alkalmazkodás szükségessége újfajta kihívások elé állítja a gazdálkodókat, hiszen az időben adott megfelelő válasz a klímaadaptív gazdálkodás egyik záloga. Az okos, észszerű gazdálkodás, az információs és adattechnológiák alkalmazása az összetett gazdálkodási rendszerek optimalizálása érdekében megkerülhetetlen. A talaj tápanyagtartalmának meghatározása jelenleg a hagyományos oldószeres, extrakciós laboratóriumi vizsgálati módszerrel történik. Ez a módszer a szakma számára ismert, elismert és szabványosított, de meg kell jegyeznünk, hogy az elmúlt évtizedben igény alakult ki új mérési módszerek és technológiák kidolgozására is. A talaj-tápanyagvizsgálati módszerek döntő többsége ún. kioldósos módszer, de egyéb módszereket is vizsgáltak hazánkban, mint például a CHAMINADE módszert (SÁRDI 2001; SÁRDI és CSATHÓ 2002), az infravörös spektroszkópos eljárást (TÖRÖK 1972a),

a röntgenindukciós analízist (PÁRTAY 1980; PÁRTAY és SZENDREI 1981), és az algateszt módszert (ÖRDÖG és MÁTÉ 2002).

A különböző eljárások közül a legnagyobb jelentőséggel talán a spektrometriai módszerek bírnak, melyet a különböző ágazatokban már hosszabb ideje alkalmaznak. Példaként említenénk, hogy a közeli infravörös (Near-infrared – NIR) spektroszkópia közel 40 éve elterjedt módszer, jellemzően a metalurgia, gyógyszergyártás és az orvosi diagnosztika területén, illetve az élelmiszerek minőségellenőrzési folyamataiban, takarmányvizsgálatban is alkalmazzák.

Az utóbbi évtizedekben egyre nagyobb szerepet kap a spektrometria talajtani alkalmazhatóságának vizsgálata is. A spektrometriai módszerek idővel talán ígéretes alternatívái lehetnek a jövőben a hagyományos laboratóriumi módszer helyettesítésére vagy kiegészítésére. E technikák gyorsabbak és alig, vagy nem igényelnek vegyi anyagokat és éppen ezért képesek gyors, megfizethető megoldást kínálni, továbbá akár terepi körülmények között is végrehajthatók (VISCARRA et al. 2006; COHEN et al. 2005).

Az utóbbi két-három évtizedben több száz tanulmány született, amelyben az infravörös spektrometria talajvizsgálatokban történő alkalmazhatóságát vizsgálták. A legfontosabb alapvető vizsgálatok nagy részét BEN-DOR és BANIN (1995), VISCARRA ROSSEL és MCBRATNEY (1998), SHEPHERD és WALSH (2002) valamint MOUAZEN és munkatársai (2007) végezték el.

SORIANO-DISLA és munkatársai (2014) a talajok infravörös spektrometriás módszerrel mért tulajdonságait értékelő kísérleteket korábban már bemutattuk kéziratukban, amely jelenleg a legátfogóbb tanulmánynak tekinthető a témában. A spektrometriai vizsgálatokat közvetett módszerként tartják számon a hagyományos nedves kémiai módszerek közvetlen szemléletmódjával szemben, mivel a spektroszkópia során a talajminta spektrális abszorpciós görbéjéből kapjuk meg az egyes paraméterek értékét. A spektroszkópiás mérés alapja az, hogy az egyes talajalkotók meghatározott mértékben nyelik el vagy verik vissza az infravörös sugarakat. A leképezett abszorpciós görbék adatai egy adatbázisba kerülnek, amelyből a kemometria (többváltozós, többdimenziós adatelemzés) eszközével algoritmusok számítják az adott minta talajtani paramétereit. Az algoritmusok (prediktív modellek) az adatbázisban található összes adatot felhasználják (VISCARRA et al. 2006; DANIEL et al. 2003). A prediktív modellek megvizsgálják az adott talajminta spektrumának csúcsait és meredekségét, majd összevetik ezeket a szomszédos spektrumokkal, amelyek az adott spektrummal hasonlóságot mutatnak. A vizsgált spektrumból és a vele szomszédos, kalibrációs spektrumokból nyert információ révén a lehető legjobb becslést kapjuk meg. A reflektancia spektroszkópia talajvizsgálatban történő alkalmazásának egyik legnagyobb kihívása a módszer kalibrálása és validálása. Ennek során alapvető feladat a kalibrációs talajminták összegyűjtése és olyan megbízható kalibrációs modellek megalkotása, amelyek összevetik a talajok spektrumait azok laboratóriumi eredményeivel (SORIANO-DISLA et al. 2014). A gyors, a precíziós gazdálkodás számára is áttörést jelentő valósídejű méréseket lehetővé tevő eljárások fejlesztése és tesztelése jelenleg is folyamatban van.

## Összefoglalás

A munka célja az volt, hogy összefoglalást adjon a hazai talajvizsgálati módszerek, és ezen keresztül a tápanyag-gazdálkodási szaktanácsadásunk több, mint egy évszázados történetéről. Azt, hogy ma és holnap mit tudunk alkalmazni a gyakorlatban a talajtan eredményeiből, és milyen irányban indulhatunk el a fejlesztés útján, csak akkor érzékelhetjük, ha ismerjük a múlt eredményeit és számolunk ezek irányító hatásával. A feldolgozást a 19. század eseményeinek szemlélésével, a birtokok, a kísérleti állomások és a tanintézetek talajelemzésének és az első talajvizsgálati módszereknek a bemutatásával kezdtük. Vázlatosan áttekintettük a magyar agrokémia és talajtan néhány kimagasló képviselőjének és a Cserháti iskolának a munkásságát, amelyek a hazai talajvizsgálat fejlődésének fontos láncszemeit prezentálják. Kitértünk a mechanikai és a kémiai vizsgálati módszerek értékelésére, majd az 1950-es és 1960-as, valamint az 1970-es és 1980-as éveket, a jelen állapotokat és a potenciális jövőképet külön alfejezetekben foglaltuk össze. Jelenlegi talajvizsgálati rendszerünk jól felhasználható eredményeket szolgáltat ma is, azonban nemzetközi trendeket is követve az újabb talajvizsgálati módszerek hazai adaptálása új perspektívákat nyújthat a talajvizsgálatok módszertanában. A téma rendkívül aktuális, mivel napjainkban soha nem látott igény mutatkozik költség- és időhatékony, környezetbarát talajvizsgálati módszerekre.

**Kulcsszavak:** talajkémia, talajfizika, laboratóriumi mérések, történelmi áttekintés, kivonószerek

## Köszönetnyilvánítás

A publikáció elkészítését az EFOP-3.6.3-VEKOP-16-2017-00008 számú „Innovatív tudományos műhelyek a hazai agrár felsőoktatásban” című projekt támogatta. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

## Irodalom

- ANTAL, J., 1983. Növénytermesztők zsebkönyve. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
- ANTAL, J., 1987. Növénytermesztők zsebkönyve. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
- ANTAL, J., 2000. Növénytermesztők zsebkönyve. III. kiadás. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- ANTAL J., BUZÁS I., DEBRECZENI B., NAGY M., SIPOS S. & SVÁB J. (Szerk.: BUZÁS I., FEKETE A., BUZÁS I-NÉ, CSENGERI P-NÉ & KOVÁCS Á-NÉ) (1979): A műtrágyázás irányelvei és üzemi számítási módszer. I. rész. N, P, K műtrágyázási irányelvek. MÉM Növényvédelmi és Agrokémiai Központ, Budapest 1–47 p.
- ARANY, S., 1928. Kiegészítő adatok szikeink közelebről való megismeréséhez. Kísérlet. Közl. **31**. 127–144.
- ARANY, S., 1931. Adatok a magnéziumnak a talajban való viselkedéséhez. Mezőgazdasági Kutatások. **4**. 439–450.

- ARANY, S., 1933. Bemerkungen zur Bestimmung der austauschbaren Basen in Karbonatböden. Verh. II. Komm. Kjöb. Teil A.,
- ARANY, S., 1943. Vezérfonal a mezőgazdasági főiskolai hallgatók laboratóriumi gyakorlataihoz. III. rész. Talajtani vizsgálatok. Érmihályfalva
- BALLENEGGER, R., 1913a. A talajok jellemzése vizes kivonatuk segítségével. Földt. Közl. **43.** 317–324.
- BALLENEGGER, R., 1913b. Talajok osztályozásáról. Szerző kiadása, Budapest.
- BALLENEGGER, R., 1914a. Az erdélyi mezőség fekete földje. In: Földt. Int. évi jel. 1914-ről. 403–411.
- BALLENEGGER, R., 1914b. Magyarországi talajtípusok tápanyagkészlete. In: Földt. Int. évi jel. 1914-ről. 492–500.
- BALLENEGGER, R., 1915. Magyarországi talajtípusok mechanikai vizsgálatának eredményei. In: Földt. Int. évi jel. 1915-ről. 1–21.
- BALLENEGGER, R., 1916a. Árvármegye agrogeológiai viszonyainak vázlata. In: Földt. Int. évi jel. 1916-ről. 463–467.
- BALLENEGGER, R., 1916b. Adatok magyarországi talajok kémiai összetételének ismeretéhez. In: Földt. Int. évi jel. 1916-ről. 531–583.
- BALLENEGGER, R., 1917a. A tokajhegyaljai nyiroktalajokról. Földt. Közl. **47.** 20–24.
- BALLENEGGER, R., 1917b. Magyarországi talajok kémiai összetétele. Magyar Chem. Foly. **32.** (81) 111.
- BALLENEGGER, R. 1920–1921. A talaj tápsói. Herba, Budapest.
- BALLENEGGER, R., 1923. A talaj tápsói. Gaea, Budapest.
- BALLENEGGER, R., 1926. Sur la composition chimique des sols de la Hongrie. (Actes IV. conf. Pédol. Vol. III. Roma.
- BALLENEGGER, R. & FINÁLY, I., 1963. A Magyar Talajtani Kutatás Története 1944-ig. Budapest. Akadémiai Kiadó.
- BALLENEGGER, R. & MADOS L., 1944. Talajvizsgálati módszerkönyv. Földt. Int., Budapest.
- BALOGH, I., 1988. Nyírségi savanyú homoktalajok termékenységének növelése kalcium és magnézium visszapótlással. Kandidátusi disszertáció tézise. Karcag.
- BARANYAI, F., FEKETE, A. & KOVÁCS, I., 1987. A magyarországi talajtápanyagvizsgálatok eredményei. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
- BECKER, J., 1928. A talaj tápanyagszükségletének meghatározásáról. Mezőgazdasági Kutatások. **1.** 65–94.
- BEN-DOR, E. & BANIN, A. 1995. Near-Infrared Analysis as a Rapid Method to Simultaneously Evaluate Several Soil Properties. Soil Sci. Soc. Am. J. **59.** 364–372.
- BERTÁNÉ SZABÓ, E., 2016. Újabb vizsgálati módszerek alkalmazásának lehetősége a termőhelyspecifikus tápanyag-gazdálkodásban. Doktori értekezés. Debrecen.
- BITTÓ, B., 1898a. Hazai termőtalajok calcium- és magnesium tartalmáról. Magyar Chem. Foly. 49–65.
- BITTÓ, B., 1898b. A tokaj-hegyaljai szőlőfajok calcium-carbonáttartalmáról. Magyar Chem. Foly. **4.** 113–129.
- BLASKÓ, L., 1985. Meszezés és műtrágyázás hatása a körösvidéki réti talajokra. Kandidátusi disszertáció tézisei. Karcag.
- BOTVAY, K. 1937. Az ülepedés zavarainak elhárítása az Odén-féle eljárás alapján történő mechanikai elemzésnél. Erd. Kísér. **39.** 1–17.
- BOTVAY, K., 1940. Egy új szedimentációs mérleg. Erd. Kísér. **42.** 106–140.

- BUZÁGH, A., 1943. A talaj kolloidjai. Term. tud. Közl. **75**. 383–384.
- BUZÁS et al. (Szerk.), 1979. Műtrágyázási irányelvek és üzemi számítási módszer. MÉM Növényvédelmi és Agrokémiai Központ, Budapest. I-II. rész. 68.
- BUZÁS I., ELEK É., NYÍRI L., LOCH J., KERESZTÉNY B. & KOTZ T. (Szerk.: BUZÁS I., FEKETE A., BUZÁS I-NÉ, CSENGERI P-NÉ & KOVÁCS Á-NÉ) (1979): A műtrágyázás irányelvei és üzemi számítási módszer. II. rész. Ca, Mg és mikroelem műtrágyázási irányelvek. MÉM Növényvédelmi és Agrokémiai Központ, Budapest. 48–66.p.
- BUZÁS I. (Szerk.) 1983. A növénytáplálás zsebkönyve. Mezőgazdasági Kiadó Budapest
- BUZÁS, I., 1987. Bevezetés a gyakorlati agrokémiába. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- BUZÁS, I., (Szerk.) 1988. Talaj és agrokémiai vizsgálati módszerkönyv 2. A talajok fizikai-kémiai és kémiai vizsgálati módszerei. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- BUZÁS, I., (Szerk.) 1993. Talaj és agrokémiai vizsgálati módszerkönyv 1. INDA Kiadó, Budapest. 344–351.
- COHEN, M.J., PRENGER, J.P. & DEBUSK, W.F., 2005. Visible–near infrared reflectance spectroscopy for rapid, nondestructive assessment of wetland soil quality. J. Environ. Qual. **34**. 1422–1434.
- CSATHÓ, P., ÁRENDÁS, T., & NÉMETH, T. 1998. New, environmentally friendly fertilizer recommendation system based on the data set of the Hungarian long term field trials set up between 1960 and 1995. Commun. Soil Sci. Plant Anal. **29**. 2161–2174.
- CSATHÓ, P., ÁRENDÁS, T., FODOR, N. & NÉMETH, T. 2007. A legelterjedtebb hazai trágyázási szaktanácsadási rendszerek tesztelése szabadföldi kísérletekben. Szemle. Agrokémia és Talajtan. **56**. 173–190.
- CSATHÓ, P., ÁRENDÁS, T., FODOR, N. & NÉMETH, T. 2009. Evaluation of different fertilizer recommendation systems on various soils and crops in Hungary. Communications in Soil Science and Plant Analysis. **40**. 1689–1711.
- CSERHÁTI, S., 1900a. Különböző hazai talajok trágyaszükségletének meghatározása. Kísér. Közlem. **III**.
- CSERHÁTI, S., 1900b. Általános és különleges növénytermelés. 1. Általános növénytermelés. Czéh S. Könyvnyomda. Magyar-Óvár. **2**.
- CSERHÁTI, S. 1900c. Általános és különleges növénytermelés. Czéh Sándor-féle könyvnyomda. Magyar-Óvár.
- CSERHÁTI, S. & KOSUTÁNY, T., 1887. A trágyázás alapelvei. Országos Gazdasági Egyesület Könyvkiadó. Budapest.
- CSENI, I., 1982. Kukorica és rozs foszforműtrágyázása lepelhomok talajon. Kandidátusi disszertáció tézisei. Kecskemét.
- CSIKY, J., 1932. On the determination of the ion exchange capacity of soils. Soil Science. **34**. 269–275.
- DANIEL, K.W., TRIPATHI, N.K. & HONDA, K., 2003. Artificial neural network analysis of laboratory and in situ spectra for the estimation of macronutrients in soils of Lop Buri (Thailand). Aust. J. Soil Res. **41**. 47–59
- DEBRECZENI, B. 1979. Kis agrokémiai útmutató. Függelék. Mezőgazdasági Kiadó Budapest. 243–344.
- DI GLÉRIA, J., 1929a. Die Bestimmung der Ungesättigtheit der Böden. Verh. II. Komm. Teil A. Budapest. 58–64,
- DI GLÉRIA, J., 1929b. Die Bestimmung der austauschfähigen Basen der Böden. Verh. II. Komm. Budapest. 64–69.



- DI GLÉRIA, J., 1930. A talajok tápanyagtartalmának meghatározása elektrodialízissel. *Mezőgazdasági Kutatások*. **3**. 185–198.
- DI GLÉRIA, J., 1936. A talajrészecskék elektromos töltése és a talajok szerkezete közti összefüggés. *Mezőgazdasági Kutatások*. **9**. 62–70.
- DI GLÉRIA, J. KOTZMANN, L., 1932. A talajok telítetlenségének meghatározása ammonabszorpcióval. *Mezőgazdasági Kutatások*. **5**. 270.
- DORKA-VONA, V., KALOCSAI, R., GICZI, Z., TÓTH ENDRE, A. & KOVÁCS, A., 2019. Spektroszkópiai módszerek alkalmazása a talaj tápanyagtartalmának meghatározására: szakirodalmi feldolgozás; *Acta Agronomica Óváriensis*. **60**. (1) 140–164.
- DWORÁK, L., 1928. Kis mennyiségű szénsavas mész meghatározása a talajban. *Kísérli Közl.* **31**. 374–381.
- DWORÁK, L., 1930. Új alapelv a talaj trágyaszükségletének meghatározására. A relatív meghatározás jelentősége. *Mezőgazd. Kut.* **3**. 355–359.
- DWORÁK, L., 1934. Példák a talajvizsgálatok gyakorlati hasznosulására. *Mezőgazdaság*. **11**. 135–144.
- EGNÉR, H., 1940. Bestimmung der Kalibedürftigkeit des Bodens auf chemischen Wege. Vorläufige Mitteilung. *Bodenkunde und Pflanzenern.* **21/22**. 270–277.
- ELEK, É. & KÁDÁR, I., 1980. Állókultúrák és szabadföldi növények mintavételi módszere. MÉM NAK kiadványa. Budapest.
- ENDRÉDY, E., 1931. Kálium meghatározása a talajokban I. *Mezőgazdasági Kutatások*. **4**. 203.
- ENDRÉDY, E., 1941. Gleyes talajrétegek azonosítására szolgáló reakció. *Mezőgazdasági Kutatások*. **14**. 109.
- FEKETE, A., SIKY, K. & PÁLMAI, O., 1983. Különböző talajvizsgáló módszerek összehasonlító vizsgálata. Melioráció-öntözés és tápanyaggazdálkodás. **3**. 46.
- FOTYMA, M., JADCZYSHYN, T., JOZEFACIUK, G., 1998. Hundreth Molar Calcium Chloride Extraction Procedure. Part II. Calibration with Conventional Soil Testing Methods for pH. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* **29**. (11–14) 1625–1632.
- FÜLEKY, GY., 1977. A talaj P-állapotát és könnyen oldható P-tartalmát befolyásoló fontosabb tényezők. Kandidátusi disszertáció tézisei. Budapest.
- FÜLEKY, GY. (szerk.), 1999. Tápanyag-gazdálkodás. Mezőgazda Kiadó, Budapest. pp. 98–110.
- GÁSPÁR, J. 1897. Temesmegyei talajok elemzése. Temesvár.
- GÜLL, V., 1906. A talaj alkotórészeinek csoportosításáról. *Földt. Int.* 1904 évi jel. (1905). – *Agro-geologische Notizen aus der Gegend langs der grossen Donau. Jahresber. Geol. Anst. f. 1904*
- GYÖRI, D., 1984. A talaj termékenység. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
- HERKE, S., 1929. Magnézium- és nitrátgazdag talajok. *Kísérleti Közlemények*
- HILGARD, E. W., 1910. The unification of methods of chemical soil analysis. C. R. I. Conf. *Agrogeol.* – A kémiai talajelemzés módszereinek egységesítéséről. *Agrogeol. érték. munkái*. 303–311.
- HORUSITZKY, H., 1902. A bábolnai állami ménesbirtok agrogeológiai viszonyai. *M. k. földt. int. évk.* **13**. 169–202.
- HORUSITZKY, H., 1907. A talaj fizikai vizsgálatának újabb módjáról. *Term. tud. Közl.* **87**.
- HORUSITZKY, H., 1912. A kiskéri magy. k. állami ménesbirtok agrogeológiai viszonyai. *M. k. földt. int. évk.* **20**.

- HORVÁTH, B., 1914. A talaj mangántartalmának mennyiségi meghatározásáról. *Chem. Foly.* **20**. 173–189.
- HORVÁTH, B., 1916. A talaj szilíciumdioxidtartalmának meghatározása. *Magyar Chem. Foly.* **22**. 108.
- HOUBA, V. J. G., JÁSZBERÉNYI, I. & LOCH, J., 1991. Application of 0,01 M CaCl<sub>2</sub> as a single extraction solution for evaluation of the nutritional status of Hungarian soils. *Debreceni Agrártudományi Egyetem Tudományos Közleményei*, **30**. 85–89.
- INKEY, B., 1897a. A debreceni m. kir. tanintézet földje. *M. k. földt. int. évk.* **XI**. 1894.
- INKEY, B., 1897b. Jelentés az 1894. évben Békés- és Csanádmegyében végzett földtani felvételtől. In: *M. k. földt. int. 1894. évi. jel.* **84**. 1895.
- INKEY, B., 1898a. Mezőhegyes és vidéke agronomgeológiai szempontból. *M. k. földt. int. évk.* **XI**. 1896.
- INKEY, B., 1898b. Jelentés az 1895. évben Csongrád- és Csanádmegyékben végzett földtani felvételtől. *M. k. földt. int. 1895. é. jel.* **85**. 1896.
- INKEY, B., 1914. A magyarországi talajvizsgálat története. *A Magyar Királyi Földtani Intézet Kiadványai*. Budapest.
- JÁSZBERÉNYI, I., LOCH, J. & SARKADI, J., 1994. Experiences with 0,01 M calcium chloride as an extraction reagent for use as a soil testing procedure in Hungary. *International Symposium on Soil Testing and Plant Analysis, Olympia, USA. Commun. Soil Sci. and Plant Anal.* **25**. (9–10) 1771–1777.
- JÁSZBERÉNYI, I., KOVÁCS, B. & LOCH, J., 1999. Experiences with the modified Baker-Amacher soil extraction procedure in Hungary. *Commun. Soil Sci. and Plant Anal.* **31**. (11–14) 2125–2134.
- KÁDÁR, I., 1986a. A tápanyagvizsgálatokat célzó talajmintavétel problémái hazánkban. *Agrokémia és Talajtan.* **35**. 405–414.
- KÁDÁR, I. 1986b. Talajvizsgálatok felhasználása az agrokémiai szaktanácsadásban és kutatásban. *Agrokémia és Talajtan.* **35**. 415–430.
- KÁDÁR, I., 1992. A növény táplálás alapelvei és módszerei. *Magyar tudományos Akadémia Talajtani és Agrokémiai Intézete*, Budapest.
- KÁDÁR, I., 2015. Összefüggések a talaj termékenysége és tápanyag-ellátottsága között. *MTA ATK Talajtani és Agrokémia Intézet*, Budapest.
- KALECSINSZKY, S., 1883. Az alsó-tátrafüredi lápföld kémiai elemzése. *Földt. Közl.* **13**. 309–316.
- KERESZTÉNY, B., 1971. Talajtulajdonságok és mikroelemtartalom összefüggései kislépföldi talajokban. *Kandidátusi disszertáció tézisei*. Mosonmagyaróvár.
- KLÉH, GY. & STEFANOVITS, P., 1943. A talaj kötöttségi állapot szerinti osztályozásáról. *Mezőgazdasági Kutatások.* **16**. 131.
- KOCSIS, I., 2005. *Agrokémiai alapismeretek*. Tessedik Sámuel Főiskola (kari jegyzet).
- KOSUTÁNY, T., 1890. Talajelemzések. *Közlem. a m.-óvári gazd. akad. vegyk. áll. munkanaplójából*. Magyaróvár.
- KOTZMANN, L., 1928. A különböző humuszmeghatározó módszerek összehasonlító vizsgálata. *Mezőgazdasági Kutatások.* **1**. 21.
- KOTZMANN, L., 1933. Adatok a vizes talajkivonat kémiai összetételének talajtani jelentőségéhez. *Mezőgazdasági Kutatások.* **6**. 41.
- KOTZMANN, L., 1935. A talaj szervesanyagának meghatározásáról. *Mezőgazdasági Kutatások.* **8**. 333.

- KOZÁK, M., SZEMES, I. & VÖLGYESI, A., 1983. A kálium, kalcium és magnézium trágyázás hatása a talajtulajdonságokra, a burgonya terméseredményeire nyírlugosi tartamkísérletekben. In: Tanulmányok a homokhasznosításról. Westsik Vilmos emlékülés. Nyíregyháza. 160–180.
- KÖNYÖKI, A., 1898. Vizsgálatok a nitrogéntrágyások egy mellékhatásáról. Kísérleti közlem. I. köt. Budapest. pp. 129–133.
- KÜHN, I., 1928. Gyorsított mészmeghatározás agyagos talajokban a Scheibler-féle készülékkel. Mezőgazdasági Kutatások. **1**. 118.
- KÜHN, I., 1935. Vizsgálatok a talaj könnyen felvehető káli- és foszforsavkészletének megállapítására. Kísérleti Közlem. **38**. 189.
- LÁSZTITY, B., 1976. A kukorica nitrogén és kálium műtrágyázásának vizsgálata karbonátos Duna-Tisza közti homoktalajon. Kandidátusi disszertáció tézisei. Budapest.
- LEMMERMANN, O., 1925. Die Bestimmungsmethoden des Düngungsbedürfnisses des Bodens. Z. Pflanzenernähr. Düng. und Bodenkunde. **4**. 39–52.
- LEMMERMANN, O., 1930. Über die heutigen Laboratoriums-Methoden zur Bestimmung des Düngungsbedürfnisses der Böden. Pflanzenern. Dgg. u. Bodenkunde B. **9**. 1–17.
- LOCH, J., 1970. Összefüggések a talaj Mg-tartalma és a növények által felvett magnézium között. Kandidátusi disszertáció tézisei. Debrecen.
- LOCH, J., 2006. Tápanyagvizsgálati módszerek értékelése. In: A tápanyag-gazdálkodást segítő talajvizsgálati módszerek alkalmazása a Nyírség homoktalajain. (Szerk.: LOCH J. & LAZÁNYI J.). Westsik Vilmos Nyírségi Talajfejlesztési Alapítvány. Nyíregyháza. 51–77.
- LOCH J., 2015. Nutrient management in Hungary, Agrokémia Talajtan. **64**. (2) 47–51.
- LOCH, J. & JÁSZBERÉNYI, I., 1997. The 0.01 M CaCl<sub>2</sub> solution as a multielement soil extractant - application and experiences in Hungary. In: Land use and Soil Management (ed.: FILEP G.), Rexpo Ltd. Debrecen. 175–184.
- LOCH, J., KISS, SZ. & VÁGÓ, I., 2005. A talajok 0,01 M CaCl<sub>2</sub>-ban oldható tápelem frakciónak szerepe és jelentősége. In: Fenntartható homoki gazdálkodás megalapozása a Nyírségben. LAZÁNYI J. (ed.). Westsik Vilmos Nyírségi Talajfejlesztési Alapítvány. Nyíregyháza, 137–156.
- MADOS, L., 1939. Alföldi talajaink fajsúlya, térfogatsúlya és hézagterfogata. Mezőg. Közlem. **13**. 143.
- MADOS, L., 1942. Tömegvizsgálatokra alkalmas gyors módszer a talajok adszorpciós telítetlenségének meghatározására. Mezőgazdasági Kutatások. **15**. 117.
- MADOS, L., 1943. A szikesedés és a víz. Hidrol. Közlem. **23**. 3.
- MARTH, P., 1990. Talajvizsgálati oldószerek összehasonlító vizsgálata. Szakmérnöki diplomadolgozat. GATE Mezőgazdaságtudományi Kar. Gödöllő.
- MÉM NAK., 1978. Talajmintavételi módszer a talaj-tápanyagtartalom vizsgálatához. MÉM Növényvédelmi és agrokémiai Központ. Budapest.
- MOUAZEN, A.M., MALEKI, M.R., DE BAERDEMAEKER, J., & RAMON, H. 2007. On-line measurement of some selected soil properties using a VIS-NIR sensor. Soil Tillage Res. **93**. 13–27.
- NEUBAUER, H. & SCHNEIDER, W., 1923. Die Nährstoffaufnahme der Keimpflanzen und ihre Anwendung auf die bestimmung des Nährstoffgehaltes der Böden. Z. Pflanzenernähr. Düng., Bodenkunde A. **2**. 329–362.

- NYIRI, L., 1986. A talajjavítás, talajművelés komplex hatása barna erdőtalajokra. Kandidátusi disszertáció tézise. Mosonmagyaróvár.
- ÖRDÖG, V. & MÁTÉ F. 2002. Algateszt a foszfor felvehetőségének a vizsgálatára. *Agrokémia és Talajtan*. **51**. 465–478.
- PAIS, I., 1980. A mikrotápanyagok szerepe a mezőgazdaságban. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
- PÁRTAY, G., 1980. Páztázó elektronmikroszkóp és energia szóródásos röntgen mikroanalízis alkalmazása talajok vizsgálatára. *Agrokémia és Talajtan*. **29**. 543–566.
- PÁRTAY, G. & SZENDREI, G., 1981. Gipsz kiválások vizsgálata röntgen mikroszondával és páztázó elektronmikroszkóppal. *Agrokémia és Talajtan*. **30**. 240–242
- PÁTER, K., 1929. Das Verhältniss C/N in verschiedenen ungarischen Böden. *Verh. II. Komm. Teil A*. Budapest. 204–206.
- PREISICH, M., 1942. Talajszuszpenziók ülepedési potenciálja. *Mezőgazdasági Kutatások*. **15**. 90.
- PRETTENHOFFER, I., 1936. Vizsgálatok a talajok káliszükségletének meghatározására ammonchlorid oldattal. *Kísér. Közl.* **39**. 25.
- RHEINWALD, H. & CONSTATIN, G., 1939. Über eine Einrichtung zur Durchführung der Laktatmethode von Egnér zur Bestimmung der leichtlöslichen Bodenphosphorsäure. *Bodenkunde u. Pflanzenern. B*. **16**. 1.
- RIEHM, H., 1938. Die Bestimmung der laktatlöslichen Phosphorsäure im Boden unter Verwendung eines lichtelektrischen Kolorimeter. *Bodenkunde u. Pflanzenern.* **9/10**. 30.
- RIEHM, H., 1940. Erste Prüfung der Kalimethode nach Egnér an deutschen Böden in Vergleich zur Neubauer Methode. *Bodenkunde u. Pflanzenern. B*. **21/22**. 277.
- RIEHM, H., 1942. Bestimmung der laktatlöslichen Phosphorsäure in karbonathaltigen Böden. *Phosphorsäure*. **1**. 167–176.
- RIEHM, H. & WICHENS, E., 1967. Ergebnisse von Bodenuntersuchungen im Bundesgebiet 1955–1965. und ihre Auswirkung auf die Düngieranwendung. *Phosphorsäure*. **27**. 36–46.
- ROMWALTER, A., 1935. Az ütközés szerepe az Odén módszerével végzett mechanikai elemzésben. *Mat. Termud. Ért.* **53**. 141.
- SÁRDI, K., 2001. A P-lekötődés és -szolgáltatás tanulmányozása tenyészedénykísérletben. *Agrokémia és Talajtan*. **50**. 226–246.
- SÁRDI, K. & CSATHÓ, P., 2002. Studies on the phosphorus retention of different soil types in a pot experiment with perennial ryegrass. *Agrokémia és Talajtan*. **51**. 177–184.
- SARKADI, J., 1959. Útmutató a trágyázási kísérletek tervezéséhez és végrehajtásához. *Kis. Módsz. Témakoll. Kiadv.* Budapest. 1959.
- SARKADI, J., 1975. A műtrágyaigény becslésének módszerei. *Mezőgazda Kiadó*. Budapest.
- SARKADI, J. & KRÁMER, M., 1961. Növényi anyagok és szerves trágyák tápanyagtartalmának vizsgálata. I. *Agrokémia és Talajtan*. **10**. (1) 85–98.
- SARKADI, J. & KRÁMER, M. 1966. Bemerkungen zur Beurteilung der Bodenuntersuchungen bzw. zur Zusammenstellung von Nährstoffkartogrammen. *KGST érté.* Balatonalmádi. 1966. máj. 8–14. Kézirat (KGST soksz.) MTA TAKI. 8.

- SARKADI, J., KRÁMER, M. & THAMM, F-NÉ., 1965. Kalcium- és ammóniumlaktátos talaj-kivonatok P tartalmának meghatározása aszkorbinsav-ónkloridos módszerrel melegítés nélkül. *Agrokémia és Talajtan*. **14**. (1-2) 75–86.
- SARKADI, J., BALLA, H., FÜLEKY, G., KÁDÁR, I. & KRÁMER, M., 1976. Interaction Between P-fertilization and P-balance of the Soil. In: 8<sup>th</sup> Int. Fert. Cong. Sec. 4. Vol. II. Moszkva. 135–142.
- SARKADI, J., THAMM, FNÉ & PUSZTAI, A., 1987. A talaj P-ellátottságának megítélése a korrigált AL-P segítségével. *Melioráció-Öntözés-Tápanyaggazdálkodás*. **2**. 66–72.
- SCHAY, G., 1927. Szikes talajok vízben könnyen oldható sótartalmának meghatározásáról, vezetőképességéről. *Kísérlet. Közl.* **30**. 117.
- SHEPHERD, K. & WALSH, M., 2002. Development of Reflectance Spectral Libraries for Characterization of Soil Properties. *Soil Sci J. Of Am.* **66**. 988–998.
- SCHUMACHER, K., 1935. Talajok mechanikai elemzése a Vendl-féle folytonos p/t görbét adó szedimentációs készülékkel. *Mat. Term. tud. Ért.* **62**. 106.
- \*SIGMOND, E., 1900. Une méthode chimique pour déterminer la réserve dite assimilable de l'acide phosphorique dans le sol (Notice préliminaire). *Ann. de la Science Agronomique*, Paris.
- \*SIGMOND, E., 1901a. Adatok a talaj asszimilálható foszforsavtartalmának meghatározásához. *Magyar Chem. Foly.* **7**. 3–16.
- \*SIGMOND, E., 1901b. Újabb adatok a talaj foszfortartalom-szükségletéhez. *Magyar Chem. Foly.* **7**. 4–7.
- \*SIGMOND, E., 1904. *Mezőgazdasági Chemia*. Term. Tud. Társulat. Budapest.
- \*SIGMOND, E., 1906a. A könnyen átsajátítható phosphorsav jelentősége és meghatározása talajaink trágyaszükségletének megállapítása céljából. *Math. és Természettud. Közlem.* **29**. (1) 1–192.
- \*SIGMOND, E., 1906b. Újabb tapasztalatok a kötött széktalajok megjavításáról. *Kísérlet. Közlem.* **9**. Budapest. 279–282.
- \*SIGMOND, E., 1906c. A különböző foszforsavvegyületek átsajátíthatóságáról. *Kísérlet. Közl.* **9**. 249–264.
- \*SIGMOND, E., 1907a. Chemical method for the determination of the available phosphoric acid in soils. *J. Amer. Chem. Soc.* **29**. 929–936.
- \*SIGMOND, E., 1907b. Az ásványok és talajok kémiai összetételének új kifejezéséről. *Magyar Chem. Foly.* **12**. 161–193.
- \*SIGMOND, E., 1908. A talajmállásról és az ásványtani talajelemzés hasznosságáról. *Földt. Közl.* **38**. 179–189.
- \*SIGMOND, E., 1909. Contribution to the unification of terms in soil and mineral analysis. *Proc VII Intern Congress f. Appl Chem*. London
- \*SIGMOND, E., 1910a. A mezőgazdasági növények legfontosabb táplálékanyagai. *Term. Tud. Közl.* **41**. 1–36.
- \*SIGMOND, E., 1910b. A talajelemzések jelentőségéről az agrogeológiai kutatások és a talajterképezés terén. *Agrogeol. Érték. munkái*.
- \*SIGMOND, E., 1911. Über die Grundfragen in der Zubereitung der Bodemlösungen für die chemische Analyse. *Verh. II. Agrogeol. Konf. Stockholm*
- \*SIGMOND, E., 1912. Introduction of a new terminology in indicating the chemical composition of minerals and soils. *Intern. Mitt. Bodenk. Berlin 2*
- \*SIGMOND, E., 1914a. Über die Grundfragen der Zubereitung der Bodemlösungen für die chemische Analyse. *Intern. Mitt. Bodenk.* **4**. 279.

- ‘SIGMOND, E., 1914b. Beiträge zur ausführlichen chemischen Analyse des Bodens. Inter. Mitt. Bodenk. **4**. 336.
- ‘SIGMOND, E., 1914c. A talaj teljes elemzéséhez használt forró sósavas kivonat készítése módja. Földt. Közl. **44**. 281., 376.
- ‘SIGMOND, E., 1915. Über die Charakterisierung des Bodens auf Grund des salzauren Bodenausuges und des Basenaustauschvermögens. Intern Mitt. Bodenk. Berlin **5**.
- ‘SIGMOND, E., 1916. A talajvizsgálat mechanikai és fizikai módszerei. Fűggelék: Glötzer, J.: Új módszer a talaj térfogatösszehúzóadásának meghatározására. Földt. Int. Kiadv., Budapest. 1–164.
- ‘SIGMOND, E., 1924. Zusammenfassender Bericht und Vorschlag für eine einfache Methode zur Bereitung des Salzsäureauszuges. Actes IV. Conf. pédol. Vol. 2. 543–551.
- ‘SIGMOND, E., 1927a. Report of the soil laboratory of the University of Tech. Sciences. Budapest. Proc. I. Congr. Soil Sci. vol. 1. Washington. 197–203.
- ‘SIGMOND, E., 1927b. The chemical characteristics of soil leachings. Proc I. Congr Soil Sci vol. 1. Washington. 60–90.
- ‘SIGMOND, E., 1927c. A talaj kilúgozás kémiai ismérvei. Math Termtud. Ért. **44**. 510–526.
- ‘SIGMOND, E., 1927d. Conclusions concerning the uniform preparation of soil extracts with hydrochloric acid. Proc I. Int. Cong. Soil Sci. vol. 1. Washington. 189–196.
- ‘SIGMOND, E. 1933. Beitrag zur Begriffsbestimmung des Sättigungszustandes de Bodens. Verh II. Komm. Kjøb. Teil A. 92–101.
- ‘SIGMOND, E., 1934. Általános Talajtan. Korda Nyomda. Budapest.
- ‘SIGMOND, E., 1935. Les principes chimiques pour caracteriser le sol. Trans III Congr. Soil Sci. vol. 1. Oxford. 49–60.
- ‘SIGMOND, E., 1936. Die Bestimmung der dynamischen Bodentypen auf chemischer Grundlage. Z. Pflernahr. Düng Bodenk. **44**. 24.
- ‘SIGMOND, E., 1938a. Über die chemische Charakterisierung der Böden. Verh II. Komm. Hels Teil B. 90–94.
- ‘SIGMOND, E., 1938b. Újra meg kell szerveznünk a gyakorlati talajvizsgálatokat. Közt. **48**. 1010.
- ‘SIGMOND, E., 1938c. The principles of soil science. (Translated from the Hungarian by Arthur B. Yolland). Thomas Murby and Co. London.
- ‘SIGMOND, E., ZÖHLS, A. & BECKER, J., 1927a. Discussion of the chemical determination of the nutritive materials in soils. Proc I. Congr Soil Sci. vol. 1. Washington. 213–219.
- ‘SIGMOND, E. & DI GLÉRIA J., 1927b. The different degrees of saturation of the absorbing complex, humus-zeolite of the soil and methods for their determination. Proc I. Congr. Soil Sci. Washington. vol. 2. 155–163.
- ‘SIGMOND, E. & DI GLÉRIA J., 1927c. Az adszorpciós komplexum telítettségének mértékéről. Mat. Termtud. Ért. **44**. 535–542.
- ‘SIGMOND, E. & IYENGAR, N. A. S., 1934–35. The determination of exchangeable bases and of the „S” value in soil containing both calcium carbonate and calcium sulphate. Soil Res. **4**. 217.
- SIK, K. & FÁBRY, G-NÉ., 1950. Gyors eljárás a talajok oldható-P tartalmának megítélésére. Agrokémia. **2**. 148–156.

- SIK K. & SCHÖNFELD S., 1952. A talajsajátóságok időszakos változásairól. *Agrokémia és Talajtan*. **1**. (3) 269–290.
- SIK, K., 1941. Adatok alföldi talajok szerves szénttartalmának káliumhipermanganáttal való meghatározásához. *Mezőgazdasági Kutatások*. **14**. 313.
- SÍK, K. & ZAKAIRÁS, L., 1933. Die Bestimmung des S-Wertes, des austauschbaren Kalziums und Magnesiums in karbonatfreien Böden nach Hissink, mittels massanalytischen Methode. *Z. Pflernähr. Düng. Bodenk. Teil A* **28**. 235.
- SIK, K., 1964. A foszforsav és kálium meghatározása szakaszos kioldással borátos talaj-kivonatból. *OMMI Évkönyv*. **6**. 167–176.
- SOMSSICH B., 1898. Talajjavítási kísérletek. Kísérlet., Közlem. **I**. Budapest.
- SORIANO-DISLA, J. M., JANIK, L. J., VISCARRA ROSSEL, R. A., MACDONALD, L. M. & MCLAUGHLIN, M. J., 2014. The Performance of Visible, Near-, and Mid-Infrared Reflectance Spectroscopy for Prediction of Soil Physical, Chemical, and Biological Properties, *Appl. Spectrosc. Rev.* **49**. 139–186.
- SPORZON P., 1865. *Gazdászati talajisme, vagyis a termőföld eredete, minősége, ereje, nemei s osztályai*. Buda.
- STEFANOVITS, P., 1993. A talajok ásványtani vizsgálati eredményeinek mezőgazdasági felhasználása, értelmezése jelentősége. In: BUZÁS I. (szerk) *Talaj és agrokémiai vizsgálati módszerkönyv 1*. INDA Kiadó, Budapest. 344–351.
- STEFANOVITS, P., 1964. Magyarország taljai (könyvismertetés) Ballenger, R. 1964. Stefanovits Pál: Magyarország taljai (könyvismertetés). *Agrokémia és Talajtan*. **13**. (1-2) 172.
- STEFANOVITS, P., 1964. Ballenegger Róbert és Finály István: A magyar talajtani kutatás története 1944-ig (könyvismertetés). *Agrokémia és Talajtan*. **13**. (1-2) 169–171.
- STEFANOVITS, P., DOMBÓVÁRI, L.-NÉ, 1985. A talajok agyagásvány-társulásainak térképe. *Agrokémia és Talajtan*. **34**. 314–330.
- STEFANOVITS P., 1993. A talajok ásványtani vizsgálati eredményeinek mezőgazdasági felhasználása, értelmezése, jelentősége. In: *Talaj- és agrokémiai vizsgálati módszerkönyv 1*. (Szerk.: BUZÁS I.) 344–351. INDA 4231 Kiadó. Budapest.
- SZABADVÁRY, F., SZÓKEFALVI-NAGY, Z., 1972. *A kémia története Magyarországon*. Budapest. Akadémia Kiadó
- SZABÓ, J., 1867. A Tokaj-Hegyalja obsidiánjai (Obsidians of the Tokaj mts). A Magyarhoni Földtani Társulat Munkálatai 3. Pest. 147–172.
- SZEMES, I., 1986. Műtrágyahatások elemzése meszes homoktalajon. Kandidátusi disszertáció tézisei. Budapest.
- SZENDREI, G., 1995. Talajásványtan. MÁFI Módszertani Közlemények. **14**. (1) 1–217.
- THAMM, F-NÉ., KRÁMER, M. & SARKADI, J., 1968. Növények és trágyaanyagok foszfortartalmának meghatározása ammónium-molibdo-vanadátos módszerrel. *Agrokémia és Talajtan*. **17**. (1-2) 145–156.
- THAMM F-NÉ., 1981. Az AL-módszer alkalmazásának lehetőségei talajaink P-szolgáltatásának becslésére. Kandidátusi disszertáció tézisei. Budapest.
- TIMKÓ, I., 1909. Budapest Duna jobbparti környékének, továbbá Gödöllő, Isaszeg vidékének agrogeológiai viszonyai. In: M. K. Földt. Int. 1907. évi jel. Budapest.
- TÖLGYESI, G., 1969. A növények mikroelem tartalma és ennek mezőgazdasági vonatkozásai. *Mezőgazdasági Kiadó*. Budapest.
- TÖRÖK, I., 1972. Néhány talajminta infravörös spektrumának értelmezése.
- TREITZ, P., 1898. Magyar-Óvár környékének talajtérképe. M. K. Földt. Int. Évk. **XI**.

- TREITZ, P., 1900. A talajnemek osztályozása. Földt. Közl. **30**. 147–162.
- TREITZ, P., 1903a. Le dosage du calcaire soluble dans les terres á vignobles. Budapest
- TREITZ, P., 1903b. A szőlőtalajok mésztartalmának meghatározása az amerikai alanyfajták kiválasztása céljából. Borászati Lapok. **51**. (35) 917.
- TREITZ, P., 1910. Die Bestimmung des physiologisch wirkenden Kalkgehaltes in Weinböden C. R. I. Conf. Agrogeol. Budapest 1909. – A szőlőfajok physiológiai hatású mésztartalmának meghatározása. Agrogeol. érték. munkái. Budapest.
- VÁGI, I. & FEHÉR, D., 1931. A talajtan elemei, különös tekintettel a talaj biológiájára és genetikájára. Sopron.
- VAJNA, I., 1929. Összefüggések a talaj diszperziófoka és a kicserélhető bázisok minősége között. Mezőgazdasági Kutatások. **2**. 303.
- VEDRŐDI, S., 1890. A debreceni lösztalaj összetétele. Debrec. Gazd. Isk. Jelent. 1889/90. Debrecen.
- VENDL, A., 1914. A hatvani cukorgyár talajának vázrészei. Földt. Közl. **44**. 407., 462.
- VISCARRA ROSSEL, R.A. & MCBRATNEY, A.B., 1998. Laboratory evaluation of a proximal sensing technique for simultaneous measurement of soil clay and water content. Geoderma. **85**. 9–39
- VISCARRA-ROSSEL, R.A., WALVOORT, D.J.J., MCBRATNEY, A.B., JANIK, L.J. & SKJEMSTAD, J.O., 2006. Visible, near infrared, mid infrared or combined diffuse reflectance spectroscopy for simultaneous assessment of various soil properties. Geoderma. **131**. 59–75.
- VISCARRA-ROSSEL, R.A. & BEHRENS, T., 2010. Using data mining to model and interpret soil diffuse reflectance spectra. Geoderma. **158**. 46–54.
- VÁRALLYAY, GY. ID., 1938. A gyakorlati talajtípusok jellemzése mechanikai összetételük alapján. Kísérlet. Közl. **41**. 3542.
- VÁRALLYAY, GY. ID., 1950. A műtrágyahatást irányító kísérletek és vizsgálatok. Agrokémia. **2**. 287–302.
- VÁRALLYAY, GY. ID., 1954. Az egyszerű talajvizsgálatoktól az üzemi talajterképezésig. Agrokémia és Talajtan. **3**. (4) 289–298.
- WITOVSKY E., 1942. Néhány humuszmeghatározó módszerről. Mezőgazdasági Kutatások. **15**. 159.



**PAST-PRESENT-FUTURE in Hungarian soil analyses**

<sup>1</sup>Viktória VONA, <sup>1</sup>István Attila BAKOS, <sup>1</sup>Zsolt GICZI, <sup>1</sup>Renátó KALOCSAI, <sup>2</sup>Márton VONA,  
<sup>3</sup>István Mihály KULMÁNY, <sup>4</sup>\*Csaba CENTERI

<sup>1</sup>Department of Hydrology and Environmental Sciences, Faculty of Agricultural and Food Sciences, Széchenyi István University, Mosonmagyaróvár

<sup>2</sup>Csernozjom Kft., Nagykőrű

<sup>3</sup>Research Institute of Agricultural Economics, National Agricultural Research and Innovation Centre, Budapest

<sup>4</sup>Department of Nature Conservation and Landscape Management, Faculty of Agricultural and Environmental Sciences, Szent István University, Gödöllő

**Summary**

The purpose of the present paper is Authors aim was to deliver a compilation of to summarize the Hungarian soil analyses methods and the as well as to present the advisory system for nutrient management advisory system. Both of them are based on several decades of work. We need to should learn from these past experiences of reasonable and good agricultural practices. We can only apply the present and future results of soil science and find out what direction should we develop, if we were aware of the results of the past and we calculate with their governing effects. The majority of our recent methods are based on historical researches and the present current situation of our field of scientific field can only be judged and developed further if we knew the former history of the methodological findings. The recent Hungarian soil analysis system provides useful results that can be used very well today, however, the adaptation of the new international methods, learned from the follow-up of the international trends can might provide open new perspectives in for the Hungarian laboratory analyses methodology. The subject is extremely timely because there are a never-met demand for cost and time effective, environmentally friendly soil analysis methods underpin how actual and hot the topic is. nowadays.

**Keywords:** soil chemistry, soil physics, laboratory measurements, history

---

**Open Access nyilatkozat:** A cikk a Creative Commons Attribution 4.0 International License (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0>) feltételei szerint publikált Open Access közlemény, melynek szellemében a cikk bármilyen médiumban szabadon felhasználható, megosztható és újraközölhető, feltéve, hogy az eredeti szerző és a közlés helye, illetve a CC License linkje és az esetlegesen végrehajtott módosítások feltüntetésre kerülnek. (SID\_1)

---